

CHRONOS: Modelo de evolución costera en el medio y largo plazo

Pellón, E.^a; Jara, M.S.^a, González-Ondina, J.^b, González, M.^a, Medina, R.^a y Garnier, R.

^a Instituto de Hidráulica Ambiental, Universidad de Cantabria - Avda. Isabel Torres, 15, Parque Científico y Tecnológico de Cantabria, 39011, Santander, España. pellone@unican.es ^bPlymouth Ocean Forecasting Center

1. Introducción

Durante los últimos 50 años, los modelos de una línea han constituido una herramienta fundamental para los estudios de evolución costera. Estos modelos permiten el cálculo de la evolución de la forma en planta de la playa a largo plazo con bajo coste computacional. Además, requieren pocos parámetros de calibración y permiten obtener resultados adecuados tras tiempos breves de ejecución. A medida que los computadores mejoran, los modelos de una línea deben evolucionar para convertirse en modelos de evolución costera mejorados.

Como desventajas, se debe mencionar que los modelos de una línea consideran modelos de propagación de oleaje simplificados (normalmente emplean la ley de Snell), y por tanto no incluyen algunos procesos costeros relevantes, como la difracción, asomeramiento e interacción ola-corriente. Los resultados obtenidos por estos modelos no son precisos si existen grandes irregularidades en el fondo marino o áreas abrigadas por cabos o estructuras costeras generadas por el hombre. Además, la interacción entre los movimientos costeros y la correspondiente acreción o erosión de la batimetría es limitada, por lo que la propagación de oleaje no se realiza sobre una batimetría precisa y actualizada.

El modelo de evolución costera CHRONOS se ha desarrollado para hacer frente a dichas limitaciones. Incluye las mejoras que se describen en el apartado 2, todas ellas en un modelo robusto y estable, que ha sido validado y optimizado para mantener un bajo coste computacional en simulaciones de largo plazo.

2. Modelo CHRONOS

CHRONOS es un modelo numérico de evolución costera adecuado para simulaciones de la evolución de la línea de costa a medio y largo plazo debida a las dinámicas del oleaje. Se basa en la ecuación de conservación del sedimento de los modelos de una línea, incluyendo nuevas funcionalidades que permiten mejorar el comportamiento de la línea de costa en áreas donde se produce una fuerte difracción del oleaje y/o batimetría irregular o rocosa.

La propagación del oleaje se realiza mediante el modelo Oluca en su versión monocromática. El oleaje se propaga a cada paso de tiempo de la simulación empleando la batimetría real actualizada hasta ese momento. Oluca es una versión mejorada del modelo Ref-Dif (Kirby y Dalrymple, 1983). Resuelve la aproximación parabólica de la ecuación de la pendiente suave (Kirby, 1986), incluyendo refracción, difracción, asomeramiento, rotura e interacción ola-corriente sobre batimetrías reales complejas. Oluca ha sido ampliamente validado, en áreas con batimetrías complejas como son; bajos, fondos rocosos y desembocaduras. CHRONOS incluye Oluca en su versión monocromática para asegurar un correcto balance entre velocidad de ejecución y precisión en el modelado de los procesos del oleaje.

La batimetría se actualiza completamente a cada paso de tiempo de la ejecución, de forma que las áreas de acumulación y erosión de sedimento coinciden perfectamente con la posición de la línea de costa calculada en cada instante. La batimetría actualizada se corresponde con la batimetría real, incluyendo áreas complejas, y se emplea como base para la propagación del oleaje en el siguiente paso de tiempo. Se ha implementado un novedoso esquema de resolución e integración de volúmenes que asegura una batimetría suave tras la actualización y una correcta conservación del sedimento.

CHRONOS tiene en cuenta el transporte de sedimento debido a incidencia oblicua del oleaje en rotura y a gradientes longitudinales de altura de ola en rotura. La segunda componente es importante en áreas con una gran difracción y batimetrías costeras complejas. Además, la profundidad de cierre se puede definir como variable espacialmente, de forma que concuerde con las características del oleaje a lo largo de la costa. Estas mejoras permiten que el balance de sedimento sea más preciso, especialmente en áreas abrigadas.

Finalmente, el modelo garantiza la estabilidad numérica mediante una innovadora condición de estabilidad para la ecuación del balance de sedimento. Esta condición permite simulaciones con paso de tiempo variable, y por tanto produce una mejora en la velocidad de simulación.

3. Caso de estudio

CHRONOS ha sido calibrado en la playa de Premià de Mar. Esta playa ha sufrido los efectos de la construcción, en 1973, y posterior ampliación en 1990 de un puerto. El transporte litoral dominante en la zona tiene dirección noreste-suroeste, lo que produce una acumulación progresiva del sedimento y avance de la línea de costa al noreste del puerto.

Se ha tomado como estado inicial para la simulación mediante el modelo numérico CHRONOS la batimetría de 1990, incluyendo la geometría del puerto ampliado en 1990 y la serie horaria de oleaje incidente en la zona, extraída de la base de datos IH-data (Perez et al. 2017). En la figura 1 se muestra el estado de la playa en 2008 junto a las líneas de costa simuladas con CHRONOS. Se ha representado una línea de costa para cada año del periodo de estudio, pudiendo apreciar que la última de ellas (2008) se corresponde adecuadamente con la posición de la costa en la imagen.

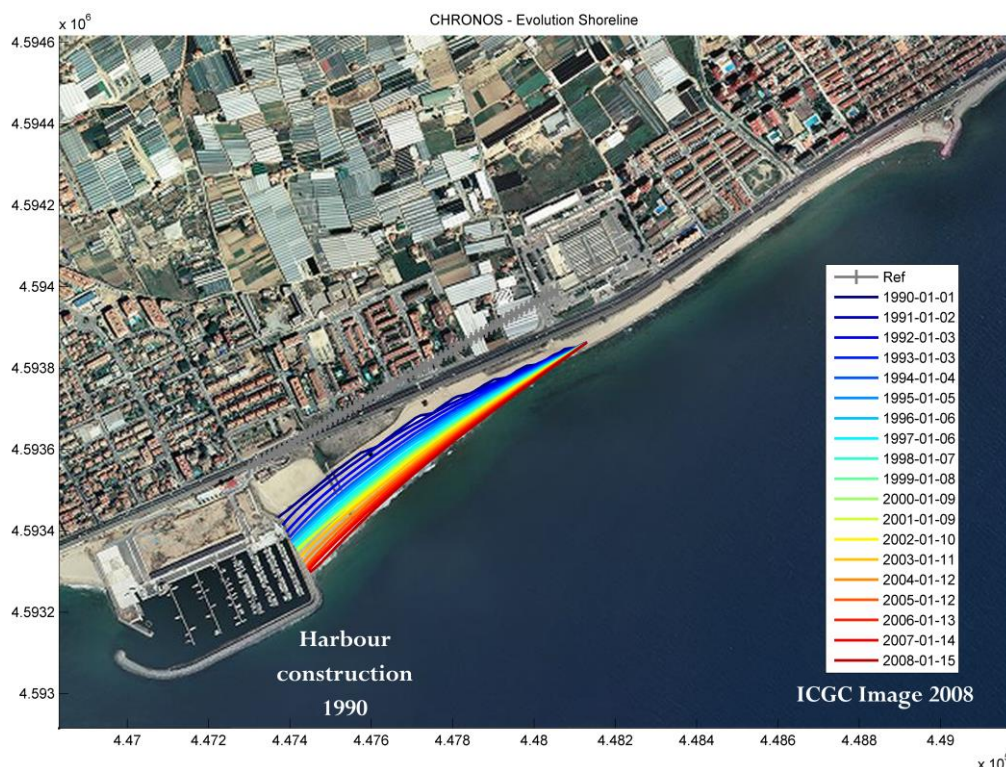


Fig. 1. Premià de Mar en 2008 y simulación de la evolución de la línea de costa realizada con CHRONOS.

Se han comparado las posiciones de la línea de costa simuladas, con imágenes de los años 1993, 2000, 2003 y 2006, concluyendo que CHRONOS permite reproducir la evolución de la línea de costa de forma precisa.

En la presentación se mostrarán otros ejemplos de aplicación y validación del modelo.

Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la Sociedad para el Desarrollo Regional de Cantabria, grupo SODERCAN, bajo la subvención ID16-IN-045, Proyecto SMC2020, y el apoyo del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad de España bajo la subvención BIA2017-89491-R, Proyecto Beach-Art.

Referencias

- KIRBY, J. T. y DALRYMPLE, R. A. (1983). "A parabolic equation for the combined refraction-diffraction of Stokes waves by mildly-varying topography" en *Journal of Fluid Mechanics*, 136, 453-466.
- KIRBY, J. T. (1986). "Rational approximations in the parabolic equation method for water waves" en *Coastal Engineering*, 10, 355-378.
- PEREZ, J., MENENDEZ, M. y LOSADA, I. J. (2017). "A global wave hindcast for coastal applications" en *Coastal Engineering*, 124, 1-11.